

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl<sup>7</sup>

B01D 65/10

## [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 98803016.0

[43]公开日 2000 年 4 月 5 日

[11]公开号 CN 1249698A

[22]申请日 1998.5.26 [21]申请号 98803016.0

[30]优先权

[32]1997.5.30 [33]AU [31]PO7097

[86]国际申请 PCT/AU98/00387 1998.5.26

[87]国际公布 WO98/53902 英 1998.12.3

[85]进入国家阶段日期 1999.9.2

[71]申请人 USF 过滤分离集团公司

地址 美国马萨诸塞

[72]发明人 迈克尔·R·L·塞尔比

汉弗莱·J·J·德拉蒙德

沃伦·T·约翰逊

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事  
务所

代理人 张祖昌

权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图页数 0 页

[54]发明名称 对数降低值的预测

[57]摘要

一种预测薄膜过滤系统中对数降低值的方法,该方法包括:确定通过薄膜的过滤流率,应用完整性试验测量结果,确定薄膜的旁通流率,以及应用确定的过滤流率与确定的旁通流率的比例,按(2)确定对数降低值。还公开了多孔薄膜完整性试验方法。

$$LRV = \log_{10} \left[ \frac{Q_{nt}}{Q_{bypass}} \right] \quad (2)$$

ISSN 1000-8427 4



## 说明书

### 对数降低值的预测

#### 技术领域

本发明涉及过滤系统中对数降低值的预测方法以及应用这样的一些值控制和监视运行中的过滤系统。

#### 背景技术

过滤系统去除粒子的能力通常按照对数降低值 (LRV) 进行测量。对于任何给定的粒子, 对数降低值定义为:

$$LRV = \log_{10} \left( \frac{C_{inf}}{C_{eff}} \right) \quad (1)$$

此处  $C_{inf}$  = 流入液体中的粒子浓度,

$C_{eff}$  = 流出液体中的粒子浓度。

在计算中使用的粒子可以是任何一种关心的粒子, 例如, 在消毒系统中它通常是细菌或病毒, 但也可以是悬浮的固体。

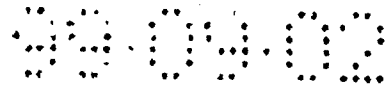
#### 发明内容

本发明提出了一种预测薄膜过滤系统中对数降低值的方法, 该方法包括以下步骤:

- i) 确定通过薄膜的过滤流率;
- ii) 应用完整性试验测量结果, 确定薄膜旁通流率;
- iii) 应用确定的过滤流率与确定的旁通流率的比例, 按下式推测对数降低值:

$$LRV = \log_{10} \left( \frac{Q_{fil}}{Q_{bypass}} \right) \quad (2)$$

申请人已发展了若干确定过滤薄膜完整性的试验, 这些试验包括扩散空气流量 (DAF) 和 (压力衰减试验 (PDT))。



膜膨胀排出的水体积以及由于水移向薄膜孔隙端点排出的水体积。

初始阶段后，流量降至较为稳定的水平，余下的液体流量完全由于扩散空气流动和空气流过任何缺陷排出的液体。此空气流量是 DAF 测量结果，通常为每单位时间内的体积。

扩散空气流动是由被溶解空气输运通过薄膜引起的空气通过完整的湿润薄膜的流动。被溶解空气扩散的驱动力是湿润薄膜两侧的差动局部压力。由于空气的溶解度随压力而增加，在液体层中有较高的被溶解空气浓度。系统趋于平均水层中的浓度，这造成空气稳定地输运通过薄膜。在低压侧（进料侧），较低的局部空气压力使空气得以持续地离开溶液。被释放的空气聚积在进料侧的顶部，于是出现被排出水通过进料侧测量阀的伴随流动。

薄膜中的缺陷被考虑为薄膜中的“孔”，实际上，它们渗透薄膜壁是整个宽度。空气通过缺陷的流动是由“粘性”气体流动引起的。这意味，空气一开始替代缺陷中的水，然后简单地流过缺陷。替代缺陷中的水是相当容易的，因为按定义，缺陷大于孔隙，因而具有低得多的起泡点（较小的毛细管作用）。空气通过缺陷的流动与缺陷的大小，还有缺陷的数目有关。

由围绕 O 形环洩漏引起的空气流动是空气在 DAF 测量中高流量的另一原因。

因此，DAF 测量结果是两个分量之和，通过薄膜的扩散空气流量（好）和通过薄膜中缺陷和 O 形环洩漏的空气流量（坏）。对任何类型的具体过滤器，通过薄膜的扩散空气流量既可计算也可测量。比较 DAF 测量值与完全完整的过滤器的预期值，就能确定过滤器相对完整性的指标。

在压力衰减试验中，如同 DAF 试验一样，首先用空气将腔加压至试验压力，保持薄膜的进料侧充满。一旦达到试验压力，封闭过滤侧，将进料侧向大气打开。然后监视过滤系统中压力随时间的下降。此压力衰减与通过薄膜的空气流动直接有关，因而假定到处都不存在洩漏时，也就与系统的完整性有关。

$$Q_{v,a,defect} = \frac{\pi d^4 (P_{test} - P_{atm})}{128 \eta_a l} \quad (4)$$

此处:

$d$ =缺陷直径;

$P_{test}$ =试验(上游)压力;

$P_{atm}$ =DAF 试验期间的大气(下游)压力;

$\eta_a$ =过滤温度下的空气粘性; 和

$l$ =薄膜的厚度。

通过缺陷的空气质量流量可通过空气体积流量与密度修正相连系。

$$Q_{m,a,defect} = \rho Q_{v,a,defect} \quad (5)$$

此处:

$\rho$ =空气在薄膜中的密度。

空气密度可根据理想气体方程算出:

$$\rho = \frac{PM}{RT} \quad (6)$$

此外:

$P$ =压力;

$M$ =空气分子量;

$R$ =气体常数; 和

$T$ =温度。

对薄膜情况, 压力是一个难于确定的参数, 因为薄膜两侧总是存在一个衡定的从  $P_{test}$  至  $P_{atm}$  的压力梯度。处理此问题的一个简单方法是应用平均压力。

$$P = \frac{P_{test} + P_{atm}}{2} \quad (7)$$

根据方程 5-8, 通过缺陷的空气质量流量由下式给出:

式给出：

$$LRV = \log_{10} \left( \frac{Q_{v,1,filtr}}{Q_{v,1,defect}} \right) \quad (13)$$

此外  $Q_{v,1,filtr}$  正是正常过滤模式下通过薄膜的流量。结合方程 12 和 13, 于是 LRV 可按下式计算：

$$LRV = \log_{10} \left( \frac{Q_{v,1,filtr} \eta_l (P_{test}^2 - P_{atm}^2)}{Q_{v,1,defect} \eta_d 2 P_{atm} TMP} \right) \quad (14)$$

注意, 方程 14 中的所有参数均可直接测得。

假定 DAF 试验中测得的空气流量是由通过缺陷的洩漏引起的, 而过滤器密封, 则旁通流量也可按下式确定, 即：

$$Q_{bypass} = Q_{DAF} \times \frac{2 \mu_{air} P_{Filt} P_{Vent}}{\mu_{Filt} (P_{Test}^2 - P_{Vent}^2)} \quad (15)$$

此处：

$Q_{bypass}$  = 等效旁通液体流量；

$Q_{DAF}$  = 应用 DAF 试验测得的旁通空气流量；

$\mu_{air}$  = 空气的粘性；

$\mu_{filt}$  = 过滤流体的粘性（通常试验期间为水）；

$P_{test}$  = DAF 试验压力, 绝对；

$P_{vent}$  = DAF 排放压力, 绝对, 通常为大气压；

$P_{filt}$  = 横越薄膜的过滤压力。

于是对数降低值可按下式确定, 即：

$$LRV = \log_{10} \left( \frac{Q_{Filt}}{Q_{DAF}} \times \frac{\mu_{Filt} (P_{Test}^2 - P_{Vent}^2)}{2 \mu_{air} P_{Filt} P_{Vent}} \right) \quad (16)$$

此处  $Q_{Filt}$  = 过滤流率。

应用 DAF 试验, 可能根据压力衰减结果确立对数降低数。唯一要求的附加信息是压力衰减试验期间给定系统的过滤管道的加压体